

Current supply apparatus for bipolar current supply of installation of plasma or surface technology, has DC power packs connected via series circuit of power switches, for separate bridge circuits

Publication number: DE10018879

Publication date: 2001-10-25

Inventor: MARK GUENTER (DE)

Applicant: MELEC GMBH (DE)

Classification:

- international: H02M7/5387; H02M7/48; H02M7/5387; (IPC1-7)
H02M7/5387; H02M7/12; H05H1/46

- European: H02M7/5387

Application number: DE20001018879 20000417

Priority number(s): DE20001018879 20000417

Also published as:

WO0180413 (A1)

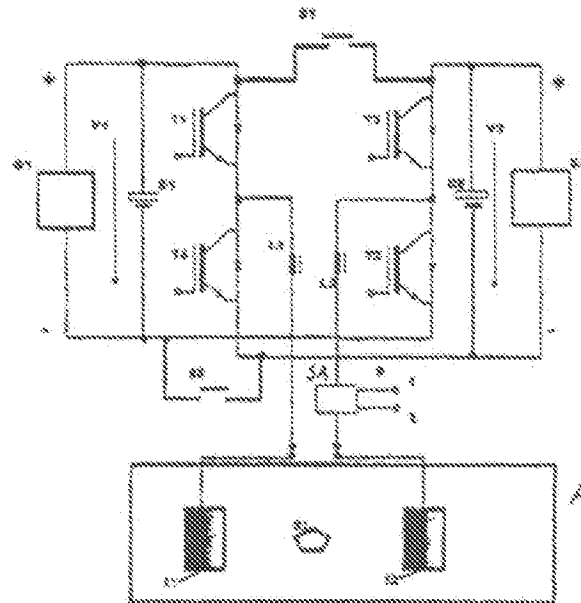
US6735099 (B2)

US2003174526 (A1)

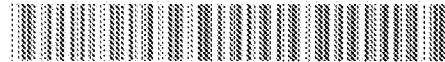
[Report a data error here](#)

Abstract of DE10018879

The current supply apparatus includes separate DC power packs connected via series circuit of power switches, for each bridge circuit. For each bridge circuit, at least two DC power packs are provided. The positive and negative outputs of the two DC power packs are connected via a series circuit of two power switches. The output of the bridge circuit for the installation taps off current between the power switches of the two series circuits. Separate control signal processing devices (12,13) for the individual control of the positive and negative output signals are provided. These are combined in separate control circuits and are regulated by a control unit (16), independently of each other.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑧ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑤ **Offenlegungsschrift**
⑥ **DE 100 18 879 A 1**

⑦ Int. Cl. 7:
H 02 M 7/5387
H 02 M 7/12
H 05 H 1/46

① Aktenzeichen: 100 18 879.6
② Anmeldetag: 17. 4. 2000
③ Offenlegungstag: 25. 10. 2001

DE 100 18 879 A 1

④ Anmelder:
Melec GmbH, 77823 Ottersweier, DE

④ Vertreter:
Zipse & Habersack, 80639 München

④ Erfinder:
Mark, Günter, 77815 Bühl, DE

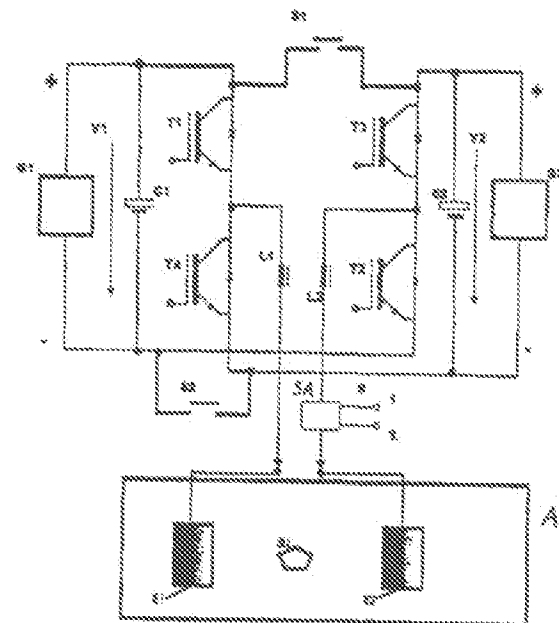
⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 28 22 332
DE-AS 12 93 298
DE 31 22 222 A1
DE 92 10 382 U1
US 56 73 187
EP 05 34 068 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

④ Stromversorgungsgerät zur bipolaren Stromversorgung

⑤ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Stromversorgungsgerät zur bipolaren Stromversorgung einer Anlage der Plasma- oder Oberflächentechnik, das mindestens ein regelbares Gleichstromnetzteil (G1, G2) aufweist, dessen positive und negative Ausgänge mit dem Eingang wenigstens einer Brückenschaltung von elektronischen Leistungsschaltern (T1 bis T4) verbunden sind, welche Leistungsschalter eingangsseitig mit wenigstens einer Steuersignalaufbereitungseinrichtung und ausgangsseitig mit wenigstens einer Stromerfassungsschaltung zur Steuerung/Regelung der Leistungsschalter und mit der Last der Anlage (A) verbunden sind. Durch die Erfindung können Stromimpulse mit frei wählbaren Amplituden (V_{0+} , V_{0-}) für die positiven und negativen Stromimpulse erzeugt werden, indem für jede Brückenschaltung (T1 bis T4) zwei Gleichstromnetzteile (G1, G2) vorgesehen sind, und der positive Ausgang der beiden Gleichstromnetzteile über eine Serienschaltung jeweiliger zweier Leistungsschalter (T1 und T4; T2 und T3) mit dem negativen Ausgang des anderen Gleichstromnetzteils (G2, G1) verbunden ist, wobei der Ausgang der Brückenschaltung für die Anlage (A) jeweils zwischen den Leistungsschaltern der beiden Serienschaltungen abgreift.



DE 100 18 879 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Stromversorgungsgerät zur bipolaren Stromversorgung einer Anlage der Plasma- oder Oberflächentechnik gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Derartige Geräte, wie sie beispielsweise in der EP 534 068 B offenbart sind, umfassen in der Regel ein Gleichstromnetzteil, dessen Ausgänge mit den Eingängen einer Brückenschaltung elektronischer Leistungsschalter verbunden sind. Die Leistungsschalter sind mit Steuersignalaufbereitungseinrichtungen verbunden, die in gewünschter Weise die Leistungsschalter ansteuern, um ein gewünschtes Impulsmuster für die Plasmaanlage zu erhalten. Das Gerät hat hierbei separate Steuersignalaufbereitungseinrichtungen zur individuellen Regelung der Steuerzeiten der positiven und negativen Ausgangssignale, was eine sehr freie Wahl der Impulsform ermöglicht.

[0002] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Stromversorgungsgerät nach dem Stand der Technik derart weiterzubilden, dass die Flexibilität in der Wahl einer gewünschten Impulsform weiter vergrößert wird. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Stromversorgungsgerät der gattungsgemäßen Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, eine Anordnung zu schaffen, die die Bereitstellung absolut frei wählbarer Impulsformen mit Frequenzen bis in den Megahertz-Bereich erlaubt. Diese Aufgabe wird durch eine Anordnung gemäß Anspruch 7 gelöst.

[0003] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der zugeordneten Unteransprüche.

[0004] Erfindungsgemäß werden für jede Brückenschaltung mindestens zwei Gleichstromnetzteile verwendet. Die Brücke wird aufgeteilt, in dem zwischen dem positiven Ausgang des ersten Gleichstromnetzteils und dem negativen Ausgang des zweiten Gleichstromnetzteils eine Serienschaltung zweier Leistungshalbleiter geschaltet wird. Das gleiche gilt für den negativen Ausgang des ersten Gleichstromnetzteils und den positiven Ausgang des zweiten Gleichstromnetzteils, zwischen denen ebenfalls eine Serienschaltung zweier Leistungshalbleiter angeschlossen ist. Der Abgriff für die der Plasmaanlage zugeführten Impulse erfolgt jeweils zwischen den beiden Leistungshalbleitern der Serienschaltungen.

[0005] Auf diese Weise kann man die Amplitude der positiven und negativen Impulse frei wählen, z. B. entsprechend einem gewünschten Signalmuster.

[0006] Wenn zudem separate Steuersignalaufbereitungseinrichtungen zur individuellen Ansteuerung der unterschiedlichen Leistungsschalter vorgesehen sind, so können nicht nur die Amplituden der positiven und negativen Impulse beliebig gewählt werden, sondern auch deren Schaltzeiten und Signaldauern bzw. Totzeiten. Man hat somit bei der Wahl des einer Plasmaanlage zugeführten Impulsmusters alle Freiheiten.

[0007] Da diese Anlagen einen sehr hohen Strom schalten müssen, ist der Wirkungsbereich der Stromversorgungsgeräte auf einen Frequenzbereich von etwa 100 bis 200 kHz begrenzt. Durch Verwendung mehrerer, vorzugsweise zwei bis acht parallel geschalteter Stromversorgungsgeräte und entsprechend kurzer zeitversetzter synchronisierter Ansteuerung der einzelnen Stromversorgungsgeräte ist es möglich, ein beliebiges Impulsmuster mit einer Frequenz bis in den Megahertz-Bereich zu erreichen, wenn z. B. acht Geräte mit einer Frequenz von 125 kHz verwendet werden. Die Ansteuerung der Geräte erfolgt vorzugsweise über einen Steuerbus am Steuerungseingang der einzelnen Geräte, wobei die Steuersignale von einer zentralen Steuerung den einzelnen, einzeln adressierbaren Geräten zugeführt werden.

[0008] Hierfür sind die einzelnen Stromversorgungsgeräte vorzugsweise mit einer Adresse oder Kennung versehen, die der Steuerung das gezielte Ansprechen jedes einzelnen Stromversorgungsgerätes gestattet.

[0009] Vorzugsweise sind die Ausgänge der Gleichstromnetzteile kapazitiv stabilisiert mit Kondensatoren möglichst hoher Kapazität, um sehr hohe Impulsströme bereitzustellen zu können. Werden die Stromversorgungsgeräte am Rande ihrer maximalen Kapazität betrieben, so kann man jedoch in der freien Wahl der Totzeit zwischen den Impulsen beschränkt werden.

[0010] Vorzugsweise ist sowohl zwischen den negativen Ausgängen als auch zwischen den positiven Eingängen der beiden Gleichstromnetzteile jeweils eine Brücke schaltbar, so dass auf einen herkömmlichen Betrieb gewechselt werden kann, der jedoch dann keine individuelle unterschiedliche Ansteuerung der positiven und negativen Impulsamplituden ermöglicht.

[0011] Die maximal zulässige Stromdynamik für die schaltenden Transistoren und Freilaufknoten werden durch zwei ausgangssseitige Induktivitäten L1, L2 eingestellt. Dynamisch wird hierbei der Pulsstrom erfasst und ausgewertet. Insbesondere bei sehr moder Impedanten Kurzschlüssen ist ein schnelles Erkennen des Überstroms und eine umgehende Abschaltung der Transistoren erforderlich, um eine Störung der Halbleiterschicht oder an den Substratoberflächen oder des Plasmabeschichtungssystems selbst zu vermeiden.

[0012] Die erfindungsgemäße Stromversorgung oder Anordnung von Stromversorgungsgeräten läßt sich für alle plasmatechnischen Verfahren wie CVD, Plasma-PVD, Magnetron-Sputtern, Plasmanitrieren, Plasmasätzen einsetzen.

[0013] Die Erfindung wird nachfolgend beispielsweise anhand der schematischen Zeichnung beschrieben. In dieser zeigen:

[0014] Fig. 1 ein stark vereinfachtes Schaltbild eines erfindungsgemäßen Stromversorgungsgerätes ohne Steuer Elektronik;

[0015] Fig. 2 eine Darstellung der Ausgangsimpulse der erfindungsgemäßen bipolaren Stromversorgung;

[0016] Fig. 3 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anordnung mit mehreren Netzteilen;

[0017] Fig. 4 A-F mögliche Impulsmuster der Anordnung aus Fig. 3; und

[0018] Fig. 5 eine zu Fig. 3 alternative Anordnung mit mehreren Netzteilen.

[0019] Fig. 1 zeigt ein Stromversorgungsgerät mit zwei Gleichstromnetzteilen G1, G2, deren Ausgänge durch Kondensatoren C1, C2 stabilisiert sind. An dem Gleichstromnetzteil G1 liegt die Spannung V1 an, während am Gleichspannungsnetzteil G2 die Spannung V2 anliegt. Der positive Ausgang des ersten Gleichspannungsnetzteils G1 ist über eine Serienschaltung zweier Leistungsschalter T1, T4 mit dem negativen Ausgang des Gleichspannungsnetzteils G2 verbunden. In gleicher Weise ist der negative Ausgang des ersten Gleichstromnetzteils G1 über eine Serienschaltung von zwei Leistungsschaltern T2, T3 mit dem positiven Ausgang des zweiten Gleichstromnetzteils G2 verbunden. Die einer Plasmaanlage A zugeführten Ausgänge greifen in der Mitte zwischen den Serienschaltungen T1, T4, T2, T3 ab und sind durch Induktivitäten L1, L2 hinsichtlich der Stromdynamik begrenzt, um sowohl die Leistungsschalter als auch die Plasmaanlage selbst und die darin befindlichen Substrate SU zu schützen. In den Ausgang des Stromversorgungsgerätes ist noch ein Stromaufnehmer SA geschaltet, dessen Ausgangssignal einer nicht dargestellten Steuerung zur Ansteuerung der Leistungsschalter T1 bis T4 zugeführt wird, um somit eine Regelung, d. h. eine Feedbackregelung

Steuerung zu realisieren.

[0020] Die Anordnung zweier Brücken S1, S2 zwischen den positiven Ausgängen als auch den negativen Ausgängen der beiden Gleichstromnetzteile G1, G2 ermöglicht den Betrieb des Stromversorgungsgerätes nach bestimmlicher Art mit allerdings identisch großen Amplituden für die negativen und positiven Stromimpulse. Es lassen sich beispielsweise folgende Betriebsarten einstellen:

Gleichspannung DC+ wenn T1 und T2 geschlossen sind, während T3 und T4 geöffnet sind.

Gleichspannung DC-, wenn T3 und T4 geschlossen sind, während T2 und T2 geöffnet sind.

Unipolar plus gepulst UP+, wenn T1 und T2 gepulst sind, während T3 und T4 geöffnet sind.

Unipolar negativ gepulst UP-, wenn T3 und T4 gepulst sind, während T1 und T2 geöffnet sind.

Bipolar gepulst BP, wenn T3 und T2 alternativ mit T3 und T4 getaktet werden.

[0021] Fig. 2 beschreibt den zeitlichen Verlauf eines möglichen Impulsmusters mit dem erfindungsgemäßen Stromversorgungsgerät aus Fig. 1. Auf der horizontalen Achse ist die Zeit in Mikrosekunden aufgetragen. Die vertikale Achse gibt die Spannung des Ausgangsimpulses sowohl in positiver als auch in negativer Richtung wieder. Die Figur zeigt einen ersten positiven Impuls mit Ausgangsspannung V_{0+} und der Impulsdauer T_{on+} , gefolgt von einer Auszeit T_{off+} . Dieser Auszeit folgt ein erster negativer Impuls mit der Amplitude V_{0-} und der Impulsdauer T_{on-} , gefolgt von der Auszeit T_{off-} . Die vier Pulschparameter T_{on+} , T_{off+} , T_{on-} und T_{off-} einer Periode sind frei und unabhängig voneinander wählbar, wobei danach bei Verwendung herkömmlicher Technik die Summe der Zeiten in einer Periode 8 Mikrosekunden (entsprechend einer Frequenz von maximal 125 kHz) nicht unterschreiten kann.

[0022] Fig. 3 zeigt eine Anordnung zur Erzeugung hochenergetischer und hochfrequenter Impulsfolgen mit Frequenzen bis in den Megahertz-Bereich. Die Anordnung besteht aus einer Vielzahl von Stromversorgungsgeräten gemäß Fig. 1, die in dieser Figur mit den Bezugszeichen "System 1, System 2, ..., System N" bezeichnet sind. Die Ausgänge dieser mehreren, vorzugsweise 2 oder 3 oder bis zu 20 Stromversorgungsgeräte sind parallel geschaltet und auf den Eingang einer Plasmaanlage A geführt. Zur Synchronisation und Ansteuerung der einzelnen Stromerzeugungsgeräte ist eine zentrale Steuerung 10 vorgesehen, die über einen Datenbus mit den Steueranschlüssen der einzelnen Stromversorgungsgeräte verbunden ist. Da in diesem System jedes Stromversorgungsgerät System 1 bis System N eine eigene Kennung bzw. Adresse hat, ist es der zentralen Steuerung 10 möglich, jedes einzelne Stromversorgungsgerät in der Anordnung individuell anzusteuern. Somit einer Adressierbarkeit kann selbstverständlich die Steuerung auch über separate Zuleitungen mit jedem Stromversorgungsgerät einzeln verbunden sein.

[0023] Weiterhin sind an dem parallel geschalteten Ausgang vor der Einspeisung in die Anlage A Stromabnehmer 14 vorgesehen, deren Ausgänge mit der zentralen Steuerung 10 verbunden sind, um auf diese Weise eine Rückkopplung zur Regelung der Amplitude zu erhalten. Durch diese in Fig. 3 gezeigte Anordnung lassen sich die in Fig. 4 bis P gezeigten Signalformen erzeugen, wobei die Polartität der Abfolge der einzelnen Impulse als auch deren Amplitude und zeitliche Länge sowie die dazwischen befindlichen Pausen separat und individuell einstellbar sind. Es lassen sich auf diese Weise hochenergetische hochfrequente Impulsmuster mit Frequenzen bis in den Megahertz-Bereich erzeugen. Wie z. B. Fig. 4E zeigt, können Sinus-Verläufe approximiert werden.

[0024] Gemäß Fig. 4 A können Driest-Verläufe approximiert werden. Fig. 4 D zeigt einen approximierten Sägezahnverlauf in bipolarer Abfolge.

[0025] Selbstverständlich können die Impulse der unterschiedlichen Stromerzeugungsgeräte System 1 ... System N auch zeitlich überlagert gesendet werden, so dass kurzzeitige Höchstleistungsimpulse allerdings geringerer Frequenz erzielt werden können.

[0026] Es besteht weiterhin die Möglichkeit, durch die Anordnung gewünschte Pulsformen durch eine Art Fouriertransformation zu erzeugen, wobei evtl. ein Plasma einer Beschichtungsanlage in eine gewünschte Anregungsform überführt werden kann. Bei der freien Einstellung des Pulsmusters bei N-facher Parallelschaltung von N Stromversorgungsgeräten können durch Zu- oder Wegschalten einzelner Pulsstelle gewisse Frequenzspektren additiv überlagert oder ausgeblendet werden.

[0027] Fig. 5 zeigt eine zu Fig. 3 weitgehend identische Anlage, wobei identische oder funktionsgleiche Teile mit den selben Bezugszeichen versehen sind. In Fig. 5 sind jedoch im Gegensatz zu Fig. 3 die Elektroden der einzelnen Stromversorgungsgeräte SYSTEM 1 ... SYSTEM N nicht parallel geschaltet, sondern entsprechend einem vorgegebenen Muster, z. B. kreisförmig, im Behandlungsraum der Plasmaanlage angeordnet. Hierdurch kann nicht nur die Pulsform der eingebrachten Stromimpulse eingestellt werden, sondern auch Einfluss auf die geometrische Entwicklung des Plasmas genommen werden.

[0028] Statt einzelner Netzteil G1, G2 können auch Parallel- oder Serienschaltungen von Netzteilen verwendet werden.

Patentansprüche

1. Stromversorgungsgerät zur bipolaren Stromversorgung einer Anlage der Plasma- (oder Oberflächen-) Technik, das mindestens ein regelbares Gleichstromnetzteil (G1, G2) aufweist, dessen positive und negative Ausgänge mit dem Eingang wenigstens einer Brückenschaltung von elektronischen Leistungsschaltern (T1 bis T4) verbunden sind, welche Leistungsschalter einseitig mit wenigstens einer Steuersignalaufbereitungseinrichtung und ausgangseitig mit wenigstens einer Stromerfassungsschaltung zur Steuerung/Regelung der Leistungsschalter und mit der Last der Anlage (A) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet,

daß für jede Brückenschaltung (T1 bis T4) wenigstens zwei Gleichstromnetzteile (G1, G2) vorgesehen sind,

daß der positive Ausgang der beiden Gleichstromnetzteile über eine Serienschaltung jeweils zweier Leistungsschalter (T1 und T4; T2 und T3) mit dem negativen Ausgang des anderen Gleichstromnetzteils (G2, G1) verbunden ist, wobei der Ausgang der Brückenschaltung für die Anlage jeweils zwischen den Leistungsschaltern der beiden Serienschaltungen abgreift.

2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß separate Steuersignalaufbereitungseinrichtungen (12, 13) zur individuellen Regelung der positiven und negativen Ausgangssignale vorgesehen sind, die in separaten Regelkreisen zusammengefaßt sind, welche von einer Steuerung (18) unabhängig voneinander gesteuert werden.

3. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronischen Leistungsschalter (T1 bis T4) durch MOSFETs gebildet sind.

4. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsschalter (T1 bis T4) bipolare Transistoren BJTb oder andere schnell schaltende

elektronische Leistungshalbleiter sind).

5. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang der beiden Gleichstrommetzteile (G1, G2) kapazitiv (C1, C2) stabilisiert ist.

6. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Schalter (S1, S2) zum Parallelschalten der Gleichstrommetzteile (G1, G2) vorgesehen ist.

7. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuerung zur separaten Steuerung/Regelung der Gleichstrommetzteile (G1, G2) vorgesehen ist.

8. Anordnung mit mehreren Geräten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine zentrale Steuerung (10) zur zeitlichen Steuerung bzw. Synchronisation der durch die einzelnen Geräte (SYSTEM 1 ... SYSTEM N) abgegebenen Ausgangsimpulse, wobei die Ausgänge aller Geräte zur Anlage (A) parallel geschaltet sind.

9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zentrale Steuerung (10) durch ein Bussystem (12) mit an den Geräten (SYSTEM 1 ... SYSTEM N) vorgesehenen Steuereingängen und vorzugsweise auch einer Stromflusssicherung (14) verbunden ist.

10. Verfahren zur Erzeugung von Stromimpulsen für Anlagen der Plasma- und Oberflächentechnik mit einem Gerät gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, durch das die Stromimpulse mit frei wählbaren Signalzeiten (T_{on+} , T_{on-} , T_{off+} , T_{off-}) für die positiven als auch die negativen Stromimpulse und separat wählbaren Amplituden (V_{on+} , V_{on-}) für die positiven und negativen Stromimpulse erzeugt werden.

11. Verfahren zur Erzeugung hochfrequenter Stromimpulse für Anlagen der Plasma- und Oberflächentechnik mit einer Anordnung gemäß Anspruch 7 oder 8, die mehrere, insbesondere zwischen drei und 20 Geräte umfaßt, wobei die Geräte durch die zentrale Steuerung zur Erzeugung eines zusammengesetzten Signalmusters angesteuert werden, indem jedes Gerät zur Abgabe eines Signalimpulses veranlaßt wird, dessen Impulszeit höchstens der Gesamtzeit des Signalmusters geteilt durch die Anzahl der Geräte entspricht.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

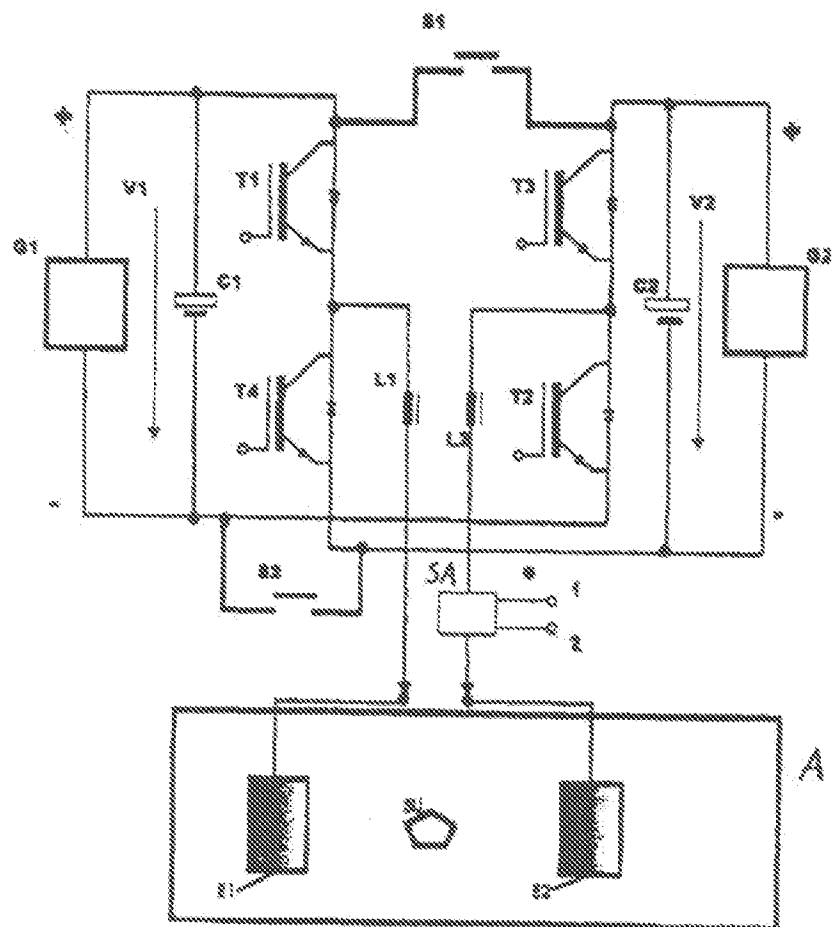


Fig. 2

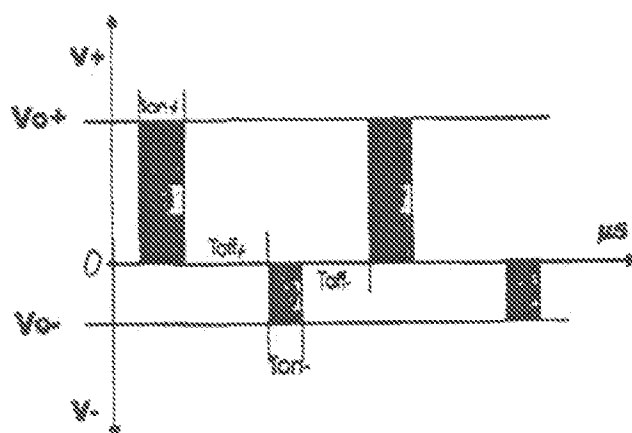


Fig. 3

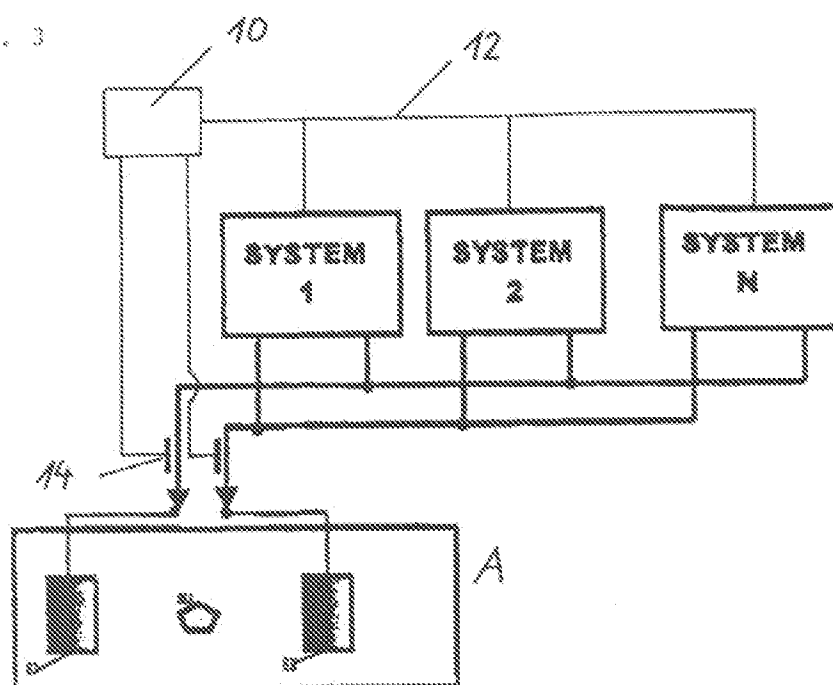


Fig. 4 a

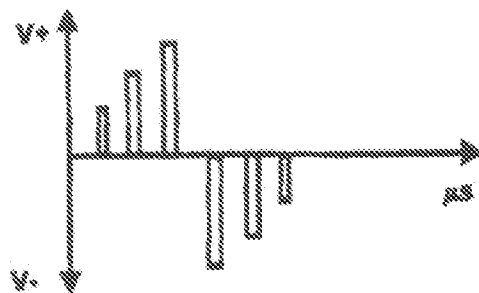


Fig. 4 b

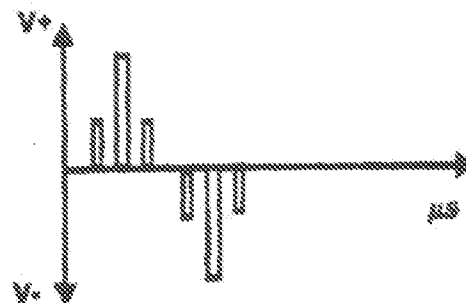


Fig. 4 c

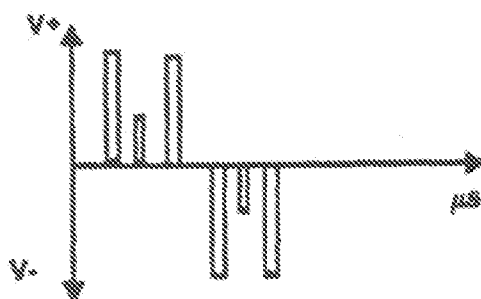


Fig. 4 d

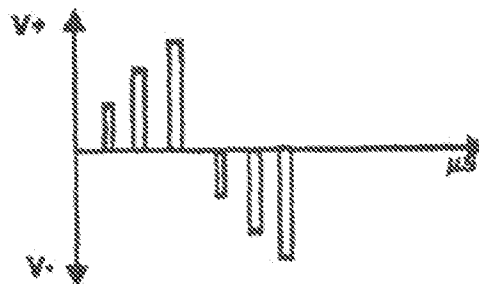


Fig. 4 e

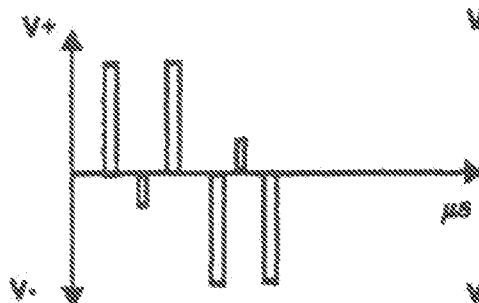


Fig. 4 f

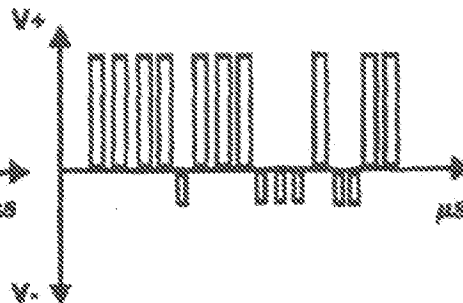


Fig. 5

